Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 4, Winter 2022, p. 525-536

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۳۶-۵۲۵

مقاله پژوهشی

نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار های‌لاین W36 تغذیه شده با جیره گندم-سویا در دوره دوم تولید

سید امیر حسینی نژاد[1]، حیدر زرقی[2*]، ابوالقاسم گلیان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۳

حسینی نژاد، س. ا.، ح. زرقی، و ا. گلیان. ۱۴۰۰. نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار های‌لاین W36 تغذیه شده با جیره گندم-سویا در دوره دوم تولید. پژوهشهای علوم دامی ایران ۱۳(۴): ۵۳۶-۵۲۵.

چکیده

به‌منظور تعیین نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار تغذیه شده با جیره گندم-سویا در دوره دوم تولید آزمایشی با استفاده از ۳۸۴ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین W36 در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، هشت تکرار و هشت قطعه پرنده در هر تکرار در دوره سنی ۱۰۵ تا ۱۱۶ هفتگی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل افزودن ال-ترئونین به جیره به‌منظور تأمین شش سطح ترئونین قابل‌هضم ۰/۴۴، ۰/۴۶، ۰/۴۸، ۰/۵۰، ۰/۵۲ و ۰/۵۴ درصد بودند، به‌طوری که نسبت ترئونین به لیزین در جیره‌های آزمایشی به ترتیب ۶۰، ۶۳، ۶۶، ۶۹، ۷۲ و ۷۵ درصد حاصل شد. تأثیر سطح ترئونین قابل‌هضم جیره بر درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبدیل خوراک به‌صورت معادله درجه‌دو و بر میانگین وزن تخم‌مرغ به‌صورت خطی معنی‌دار شد. با افزایش غلظت ترئونین قابل‌هضم جیره تا سطح ۰/۴۸ درصد، درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه افزایش و ضریب تبدیل خوراک بهبود یافت. با استفاده از مدل‌های رگرسیونی نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار به‌منظور بروز بهینه درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبدیل خوراک به ترتیب ۵۰۲، ۵۰۵ و ۵۱۷ میلی‌گرم در روز (معادل ۹/۵۷ میلی‌گرم به ازای یک گرم تخم‌مرغ تولیدی) برآورد شد. نتیجه کلی این‌که در جیره‌های بر پایه گندم-سویا برای دوره دوم تولید ترئونین اسید آمینه محدود کننده است، میزان نیاز ترئونین قابل هضم برآورد شده برای بروز بهینه ضریب تبدیل خوراک نسبت به درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی بیشتر است. تأمین سطح ترئونین قابل هضم جیره ۰/۴۸ درصد (نسبت ترئونین به لیزین ۶۶ درصد) توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین ایده‌آل، ترئونین، دوره دوم تولید، عملکرد، معادلات رگرسیون

مقدمه

در طول سال‌های گذشته بهبود ژنتیکی مرغان تخم‌گذار باعث شده است که توانمندی بالقوه این دسته از پرندگان در تولید تخم‌مرغ افزایش یابد (۲۳). بااین‌وجود، بروز این توانمندی مستلزم تغذیه صحیح است (۱۳ و ۱۶)، بنابراین تعیین دقیق نیازهای اسیدهای آمینه طیور و بخصوص اسیدهای آمینه‌ای که در جیره‌های مصرفی طیور محدودکننده هستند، اهمیت بسزایی دارد (۲۷). بالا بودن سطح پروتئین و نامتعادلی اسیدهای آمینه جیره سبب کاهش بهره‌وری از پروتئین مصرفی، دفع ازت مازاد به‌صورت اسید اوریک و فشار متابولیکی بر پرنده می‌شود (۲ و ۳). همچنین به دنبال بروز نگرانی آلودگی زیست‌محیطی به‌واسطه استفاده از کود طیور در مزارع کشاورزی، محققین سعی دارند با ترکیب صحیح اسیدهای آمینه جیره میزان ازت دفعی را کاهش دهند (۲۸). تنظیم جیره بر پایه اسیدهای آمینه قابل‌هضم با تأمین احتیاجات واقعی پرنده، باعث کاهش ازت دفعی و موجب حفظ سلامت محیط‌زیست می‌شود (۹ و ۲۲).

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email:h.zarghi@um.ac.ir)
Doi:10.22067/ijasr.0621.39379

ترئونین سومین اسیدآمینه محدودکننده در جیره‌های طیور بر پایه منابع گیاهی است (۶، ۱۲، ۱۴ و ۱۶). اگرچه نتایج برخی از تحقیقات نشان داده است که در جیره‌های بر مبنای ذرت-سویا با سطح پروتئین بالا مقدار ترئونین جیره به سطح احتیاجات رسیده و نیاز به افزودن مکمل ترئونین به جیره نیست (۲۲). در سطح جهانی، گندم بعد از ذرت دومین جایگاه را در بین دانه‌های خوراکی برای استفاده در تغذیه طیور دارد (۱۰). در برخی شرایط خاص به‌خصوص وقتی قیمت ذرت بالا است، با توجه به اینکه در اغلب مناطق کشور گندم قابل‌کشت است (۳۵)، گرایش به استفاده از گندم در جیره طیور مطرح می‌شود. با توجه به اینکه گندم میزان پروتئین بالاتری در مقایسه با ذرت دارد. در جیره‌های بر پایه گندم میزان کنجاله سویا جیره کاهش‌یافته و بخش اعظم پروتئین جیره به‌خصوص در جیره‌های کم پروتئین از منشأ گندم تأمین خواهد شد (۱۶). نظر به اینکه نسبت ترئونین به پروتئین در گندم از ذرت و کنجاله سویا پایین‌تر است، میزان ترئونین تأمین‌شده از طریق مواد خوراکی پایه در جیره‌های بر مبنای گندم به‌خصوص در جیره‌های با سطح پروتئین پایین مثل جیره‌های تنظیمی برای دوران پایانی تولید مرغان تخم‌گذار، به سطح احتیاجات پرنده نرسیده و افزودن مکمل ترئونین به جیره ضرورت خواهد یافت (۲۲).

در کتابچه راهنمای تغذیه‌ای مرغان تخم‌گذار سویه های‌لاین W36 میزان احتیاجات ترئونین کل در دامنه ۶۶۳-۵۶۰ و میزان احتیاجات ترئونین قابل‌هضم در دامنه ۵۶۴-۴۷۶ میلی‌گرم در روز برای مرغان تخم‌گذار در مراحل مختلف سنی و سطوح مختلف تولید تخم‌مرغ گزارش‌شده است (۱۹). انجمن ملی تحقیقات آمریکا میزان احتیاجات مرغان تخم‌گذار به ترئونین کل را در انتشارات سال‌های بین ۱۹۷۰ الی ۱۹۹۴ در دامنه ۵۰۰-۴۰۰ میلی‌گرم در روز گزارش کرده است (۱۱). بیشتر گزارش‌ها مربوط به احتیاجات اسیدهای آمینه مرغان تخم‌گذار در دوره نخست تولید بوده و اطلاعات در خصوص احتیاجات مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید بسیار محدود است (۱۵ و ۱۶). به‌طوری‌که در کتابچه‌های راهنمای تغذیه‌ای منتشره توسط تولیدکنندگان مرغان تخم‌گذار تجاری احتیاجات اسیدهای آمینه مرغان تخم‌گذار برای دوره دوم تولید مشخص نشده و به جدول احتیاجات دوره نخست ارجاع شده است (۱۹). انجمن ملی تحقیقات آمریکا نیز فرض کرده احتیاجات در دوره دوم تولید مشابه دوره نخست است و گزارش مشخصی برای احتیاجات مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید ارائه نکرده است (۲۷). این تحقیق به‌منظور برآورد نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید در شرایط تغذیه با جیره‌های بر پایه گندم-سویا با روش ارزیابی پاسخ‌های عملکردی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعیین ترکیب شیمیایی مواد خوراکی

قبل از شروع آزمایش با ارسال نمونه مواد خوراکی مورداستفاده برای تنظیم جیره‌های آزمایشی به شرکت ایونیک (Evonik Nutrition & Care GmbH)، ترکیب شیمیایی مواد خوراکی پایه به روش طیف‌سنجی انعکاسی مادون‌قرمز (Near-infrared spectroscopy, Amino NIR) تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- ترکیب مواد مغذی اقلام خوراکی مورداستفاده در تنظیم جیره پایه

Table 1- Analyzed nutrient composition of feedstuff that used in basal diet formulation

مواد مغذی Nutrient	گندم Wheat	کنجاله سویا Soy meal	گلوتن ذرت Corn gluten meal
انرژی قابل متابولیسم (کیلوگرم/ کیلوکالری) Metabolisable Energy (kcal/kg)	3213	2230	3740
پروتئین خام (درصد) Crude protein, %	11.37	44.47	53.86
لیزین قابل‌هضم (درصد) Digestible lysine, %	0.315	2.230	0.667
متیونین قابل‌هضم (درصد) Digestible methionine, %	0.156	0.547	1.119
متیونین + سیستین قابل‌هضم (درصد) Digestible methionine + cysteine, %	0.380	1.069	1.911
ترئونین قابل‌هضم (درصد) Digestible threonine, %	0.277	1.444	1.460
تریپتوفان قابل‌هضم (درصد) Digestible tryptophan, %	0.121	0.537	0.215
آرژنین قابل‌هضم (درصد) Digestible arginine, %	0.445	2.980	1.557

پرندگان، جایگاه و شرایط پرورش

تعداد ۳۸۴ قطعه مرغ تخم‌گذار لگهورن سویه های‌لاین W-36 از یک گله ۶۰۰۰ قطعه‌ای (سن ۱۰۳ هفتگی)، دوره دوم تولید (پس از تولک‌بری)، میزان تخم‌گذاری ۸۰ درصد، میزان مصرف خوراک روزانه ۹۸ گرم) دارای شرایط ظاهری سالم و حتی‌الامکان یکنواخت انتخاب شدند. هر دو قفس مجاور هم به‌عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد.

جدول ۲- اجزاء تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه[۱]

Table 2 – Ingredients and nutrients composition of the basal diet[1]

مواد خوراکی Ingredient	Percentage درصد	مواد مغذی Nutrient	مقدار Values
گندم Wheat	63.83	انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوگرم/ کیلوکالری) ME, kcal/kg	2780
کنجاله سویا Soybean meal	14.36	پروتئین خام (درصد) CP %	15.81
گلوتن ذرت Corn gluten meal	3.50	کلسیم (درصد) Ca %	5.12
روغن گیاهی Vegetable oil	2.97	فسفر قابل‌دسترس (درصد) Available P %	0.43
کربنات کلسیم $CaCo_3$	12.26	سدیم (درصد) Na %	0.19
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.76	متیونین قابل‌هضم (درصد) Digestible Met %	0.35
نمک طعام Common salt	0.35	متیونین+ سیستین قابل‌هضم (درصد) Digestible Met + Cys %	0.60
مکمل ویتامینه[۲] Vitamin Premix[2]	0.25	لیزین قابل‌هضم (درصد) Digestible Lys %	0.73
مکمل معدنی[۳] Mineral Premix[3]	0.25	ترئونین قابل‌هضم (درصد) Digestible Thr %	0.44
دی ال- متیونین DL- Methionine	0.14	نسبت ترئونین قابل‌هضم به لیزین قابل‌هضم (درصد) Digestible Thr : digestible Lys %	60
ال- لیزین هیدروکلراید L-Lysine Hcl	0.23		
نشاسته ذرت Corn starch	0.10		

[۱]در جیره پایه با جایگزینی نشاسته ذرت با مکمل ال-ترئونین (Evonik Degussa GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany) به مقادیر صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ گرم در کیلوگرم جیره شش سطح ترئونین قابل‌هضم ۰/۴۴، ۰/۴۶، ۰/۴۸، ۰/۵۰، ۰/۵۲ و ۰/۵۴ درصد تأمین شد به‌طوری‌که نسب ترئونین به لیزین در جیره‌های آزمایشی به ترتیب ۶۰، ۶۳، ۶۹، ۷۲ و ۷۵ درصد بود.

[۲]مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A (رتینول)، ۲/۴ میلی‌گرم؛ ویتامین D3 (کوله‌کلسیفرول)، ۷۵ میکروگرم؛ ویتامین E (دی-ال- الفا توکوفرول استات)، ۵ میلی‌گرم؛ ویتامین K3 (منادیون)، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B1 (تیامین)، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B2 (ریبوفلاوین) ۴/۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B3 (نیاسین)، ۸ میلی‌گرم؛ ویتامین B5 (اسید پانتوتنیک)،۳۵/۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B6 (پیرویدوکسین)، ۲/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B9 (اسید فولیک) ۰/۵ میلی‌گرم، ویتامین B12 (سیانوکوبالامین)، ۱۰ میکروگرم، ویتامین H (بیوتین)، ۰/۱۵ میلی-گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم.

[۳]مکمل معدنی در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: روی (سولفات روی)، ۶۴/۰ میلی‌گرم؛ منگنز (سولفات منگنز)، ۸۰/۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنیت سدیم)، ۰/۳ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس)، ۶/۰ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۷۵/۰ میلی‌گرم.

[1]The diets were provided in a way that a batch of basal diet (lowest digestible threonine concentration) was made and then divided into 6 equal portions; the L- threonine (ME = 3570 kcal/kg, CP = 72.4, Threonine = 98%, Evonik Degussa GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany) was added at the rate of 0.00, 0.20, 0.4, 0.6, 0.8 and 1 g/kg to the top of each portion at the expense of filler (corn starch) and mixed to provide six diets with 0.44, 0.46, 0.48, 0.50, 0.52 and 0.54% digestible threonine levels so as to form ratios of 60, 63, 69, 72 and 75% of dig Thr:dig Lys.

[2]Provided in kg of diet: vitamin A (all-trans-retinol), 8,800 IU; vitamin D3 (cholecalciferol), 3,300 IU; vitamin E (DL-α-tocopheryl acetate), 18.5 IU; vitamin K3 (menadione), 2.2 mg; vitamin B1 (thiamin), 2.2 mg; vitamin B2 (riboflavin), 5.5 mg; vitamin B3 (niacin), 28.0 mg; vitamin B5 (pantothenic acid), 6.6 mg; vitamin B6 (pyridoxine), 3.5 mg; vitamin B9 (folic acid), 0.7 mg; vitamin B12 (cyanocobalamin), 0.02 mg; vitamin H2 (biotin), 0.05 mg; antioxidant 1.0 mg.

[3]Provided (mg/kg of diet): Mn (manganese sulfate) 80.0, Fe (iron sulfate) 75.0, Zn (zinc sulfate) 64.0, Cu (copper sulfate) 6.0, Se (Sodium Selenite) 0.3.

دان خوری و محل استقرار تخم‌مرغ مربوط به هر واحد آزمایشی به‌وسیله حائل‌هایی از هم جدا شدند به‌گونه‌ای که خوراک و تخم‌مرغ تولیدی هر واحد با واحد آزمایشی مجاور مخلوط نگردد. پرندگان انتخاب‌شده به‌طور تصادفی بین واحدهای آزمایشی (هشت قطعه‌ای) با وزن گروهی یکسان تقسیم شدند. میانگین وزن زنده پرندگان ۷۳/۱۲±۱۶۶۹ گرم بود. در طول دوره آزمایش، شرایط محیطی یکسان برای همه گروه‌های آزمایشی تأمین شد. در طول دوره آزمایش دمای سالن در محدوده ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم و توسط دماسنج کنترل می‌شد. برنامه نوری شامل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت خاموشی در شبانه‌روز اعمال شد. تمامی مرغ‌ها به‌صورت آزاد به آب آشامیدنی و خوراک دسترسی داشتند.

تهیه جیره پایه

یک جیره پایه با ترکیب پروتئین و اسیدهای آمینه محدودکننده (به جزء ترئونین) ۵ درصد بالاتر از احتیاجات، انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری و سایر مواد مغذی مطابق با نیازهای غذایی توصیه‌شده در کتابچه راهنمای تغذیه‌ای مرغان تخم‌گذار سویه های‌لاین W-36 [۱۹] برای دوره دوم تولید مرغان تخم‌گذار با میزان تخم‌گذاری ۸۰ درصد و میزان مصرف خوراک روزانه ۹۸ گرم و ترکیب مواد مغذی اقلام خوراکی حاصل از آزمایش NIR (جدول ۱) با استفاده از نرم‌افزار جیره نویسی (UFFDA) تنظیم شد. جیره پایه مورداستفاده در این آزمایش دارای ۰/۴۴ درصد ترئونین قابل‌هضم با منشأ اقلام خوراکی اصلی بود. درصد اجزاء تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره پایه در جدول ۲ ارائه‌شده است.

تیمارهای آزمایشی

تیمارهای آزمایشی شامل افزودن مکمل ال-ترئونین (Evonik Degussa GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany) به مقادیر صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ گرم در کیلوگرم به جیره پایه به‌منظور تأمین سطوح ۰/۴۴ (ترئونین قابل‌هضم جیره پایه بدون افزودن مکمل)، ۰/۴۶، ۰/۴۸، ۰/۵۰، ۰/۵۲ و ۰/۵۴ درصد ترئونین قابل‌هضم در جیره بود به‌طوری‌که نسبت ترئونین قابل‌هضم به لیزین قابل‌هضم در جیره‌های آزمایشی به ترتیب ۶۰، ۶۳، ۶۹، ۷۲ و ۷۵ درصد حاصل شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، هشت تکرار و هشت قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی انجام شد. آزمایش به مدت ۱۲ هفته در دوره سنی ۱۱۶-۱۰۵ هفتگی انجام شد.

سنجش شاخص‌های عملکرد تولیدی

در طول دوره آزمایش میزان تولید تخم‌مرغ در هر واحد آزمایشی به‌صورت روزانه (تعداد و وزن) رکورد برداری شد. شاخص‌های سنجش تولید به‌صورت درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه به ازای هر قطعه مرغ محاسبه شد. میزان خوراک مصرفی هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری و پس از تصحیح تلفات میزان مصرف خوراک روزانه محاسبه شد. میزان ترئونین قابل‌هضم دریافتی روزانه هر قطعه پرنده تحت آزمایش از ضرب میزان مصرف خوراک روزانه در غلظت ترئونین قابل‌هضم جیره‌های آزمایشی محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک هر واحد آزمایشی از تقسیم میزان مصرف خوراک به میزان تخم‌مرغ تولیدی محاسبه شد.

برآورد نیاز ترئونین قابل‌هضم با ارزیابی پاسخ‌های عملکرد تولیدی

به‌منظور برآورد نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید مدل رگرسیونی خط شکسته خطی، خط شکسته درجه‌دو و تابعیت درجه‌دو (به ترتیب روابط ۱، ۲ و ۳) بروز شاخص‌های عملکرد تولیدی شامل؛ درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی و ضریب تبدیل خوراک در پاسخ به میزان ترئونین قابل‌هضم دریافتی روزانه با استفاده از رویه NLIN نرم‌افزار (SAS نسخه ۹/۱) برازش شد (۲۹ و ۳۱).

(رابطه ۱)
$$Y = L + U(R - X)\ for\ X < R\ or\ Y = L\ for\ X \geq R$$

(رابطه ۲)
$$Y = L + U(R - X)^2\ for\ X < R\ or\ Y = L\ for\ X \geq R$$

(رابطه ۳)
$$Y = a + bX + cX^2$$

که در این رابطه‌ها، Y، پاسخ؛ L، حداکثر پاسخ؛ R، مقدار نیاز؛ X، دز (طبق تعریف وقتی‌که X>R است R-X معادل صفر است)؛ و U، a، b و c پارامترهای تخمین زده‌شده مدل‌ها است.

به‌منظور تعیین مناسب‌ترین مدل برازش شده از ضریب تعیین (رابطه ۴) و میانگین قدر مطلق اختلاف مقدار برآورد شده با مقدار مشاهده‌شده (رابطه ۵) استفاده شد (۲۱).

$$R^2 = \frac{(SST - SSE)}{SST}$$ (رابطه ۴)

$$MAE = \frac{1}{n}\sum |x_i - y_i|$$ (رابطه ۵)

که در این رابطه‌ها، R^2، ضریب تعیین؛ SST، مجموع مربعات کل؛ SSE، مجموع مربعات خطا؛ MAE، میانگین قدر مطلق اختلاف مقدار برآورد شده با مقدار مشاهده‌شده؛ n، تعداد مشاهده؛ x_i، مقادیر خروجی واقعی (مشاهده) و y_i، مقادیر خروجی توسط مدل (برآورد) است.

نتایج و بحث

پاسخ شاخص‌های عملکردی شامل مصرف خوراک روزانه (P<۰/۱۲۵)، درصد تخم‌گذاری (P<۰/۰۰۶)، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه (P<۰/۰۵۶) و ضریب تبدیل خوراک (P<۰/۰۰۳) مرغان تخم‌گذار تغذیه‌شده با جیره‌های بر پایه گندم-سویا در دوره دوم تولید به افزایش سطح ترئونین قابل‌هضم جیره از ۰/۴۴ درصد تا ۰/۵۴ درصد (افزایش نسبت ترئونین به لیزین از ۶۰ درصد تا ۷۵ درصد) به‌صورت معادله درجه‌دو و میانگین وزن تخم‌مرغ (P<۰/۰۰۲) به‌صورت معادله خطی بودند. پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۴۸ درصد ترئونین قابل‌هضم جیره (نسبت ترئونین به لیزین ۶۶ درصد) بالاترین مقدار عددی درصد تخم‌گذار و گرم تخم‌مرغ تولیدی و پایین‌ترین مقدار عددی ضریب تبدیل خوراک را نشان دادند. پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های با مقدار ترئونین قابل‌هضم در سطح ۰/۵۴ درصد بالاترین میانگین وزن تخم‌مرغ تولیدی را داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- اثر سطح ترئونین قابل‌هضم جیره بر پایه گندم و سویا بر عملکرد مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید

Table 3- Effects of dietary dig Thr levels on performance of laying hens in the 2nd production-cycle.

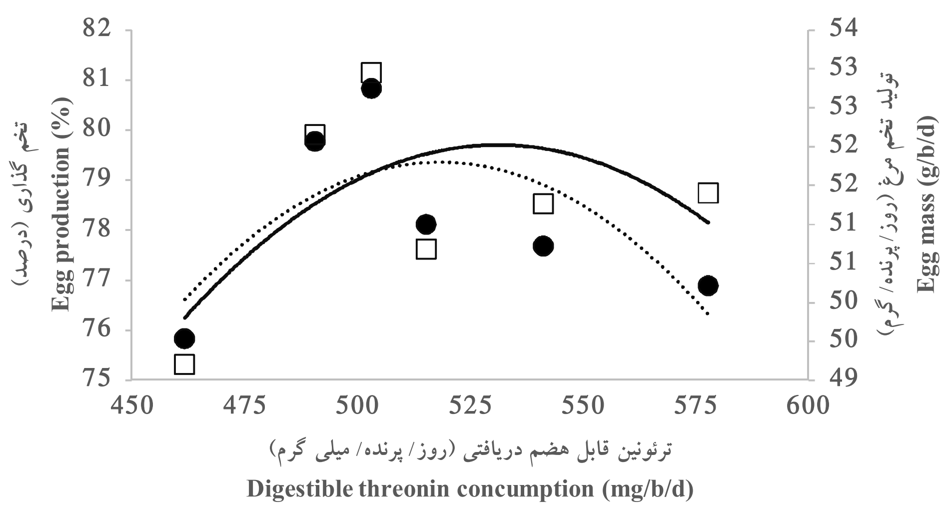
سطح ترئونین قابل‌هضم جیره Dietary Dig Thr levels, (%)	لیزین/ترئونین Thr/Lys (%)	مصرف خوراک Feed consumption, (g/b/d)	تخم‌گذاری Egg production, (%)	وزن تخم‌مرغ Egg weight (g/egg)	تولید تخم‌مرغ Egg mass, (g/b/d)	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio (g/g)
0.44	60	107.38	75.83	64.86	49.20	2.195
0.46	63	109.03	79.77	65.39	52.15	2.093
0.48	66	107.06	80.82	65.50	52.94	2.025
0.50	69	105.16	78.10	64.89	50.68	2.077
0.52	71	106.13	77.67	65.99	51.26	2.071
0.54	75	109.03	76.88	66.85	51.40	2.122
SEM		1.688	1.051	0.396	0.811	0.038
		پاسخ به سطح ترئونین قابل‌هضم جیره، سطح معنی‌داری Dietary digestible threonine levels response, P-Value				
خطی Linear		0.125	0.005	0.002	0.053	0.003
درجه‌دو Quadratic		0.125	0.006	0.136	0.056	0.003

نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با گزارش سایر محققین مبنی بر این‌که سطوح بالا و پایین ترئونین جیره باعث افزایش مصرف خوراک می‌شود، مطابقت دارد (۸، ۳۱ و ۳۲). نتیجه یک مطالعه انجام‌شده بر روی مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف ترئونین قابل‌هضم جیره مصرفی بر میزان مصرف خوراک، کمترین مصرف خوراک را در گروه دریافت‌کننده جیره با سطح ترئونین قابل‌هضم ۰/۴۸ درصد گزارش و محققین اظهار داشتند با افزایش و یا کاهش مقدار ترئونین قابل‌هضم جیره، مصرف خوراک افزایش‌یافته است (۱۵). همچنین گزارش‌شده است افزایش مقدار ترئونین جیره به سطوح بالاتر از مقادیر معمول باعث افزایش مصرف خوراک شده است (۱۸ و ۲۰). برخلاف نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش و گزارش‌های فوق، عدم تأثیر سطح ترئونین جیره بر میزان مصرف خوراک نیز گزارش‌شده است (۲۵). نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با گزارش تعدادی از محققین مبنی بر تغییر تولید تخم‌مرغ (درصد تخم‌گذار و گرم تخم‌مرغ تولیدی) و راندمان تبدیل خوراک مرغان تخم‌گذار به‌صورت معادله درجه‌دو در واکنش به تغییر سطوح ترئونین جیره مطابقت دارد (۴، ۵، ۶ و ۱۵). در پژوهشی با تأمین سطوح ۰/۴۲، ۰/۴۸ و ۰/۵۴ درصد ترئونین قابل‌هضم در جیره مرغان تخم‌گذار های‌لاین W36 در دوره دوم تولید بالاترین راندمان تبدیل غذایی را پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های با سطح ترئونین قابل‌هضم ۰/۴۸ درصد داشتند (۱۵). همچنین غلظت ۰/۵۴ درصد سطح مطلوب ترئونین قابل‌هضم جیره مرغان تخم‌گذار سویه های‌لاین W36 در دوره سنی ۵۸-۴۲ هفتگی گزارش‌شده است (۱۳). مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق گزارش‌شده است افزایش سطح ترئونین جیره باعث افزایش میانگین وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی مرغان تخم‌گذار می‌شود (۱۸ و ۲۵). البته برخلاف نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش و نتایج فوق گزارش‌شده که سطح ترئونین جیره بر وزن تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری ندارد (۶، ۹ و ۲۰).

کاهش شاخص‌های عملکرد تولیدی در مرغان تخم‌گذار تغذیه‌شده با جیره‌های با سطح ترئونین قابل‌هضم جیره ۰/۵۴ درصد (نسبت ترئونین به لیزین ۷۵ درصد) می‌تواند به دلیل بروز نامتعادلی اسیدهای آمینه جیره باشد. نسبت مناسب ترئونین به لیزین در مطالعه انجام‌شده بر روی مرغان‌تخم‌گذار های‌لاین W36 در دوره دوم تولید ۶۵ درصد گزارش و بیان‌شده است که افزایش نسبت ترئونین به

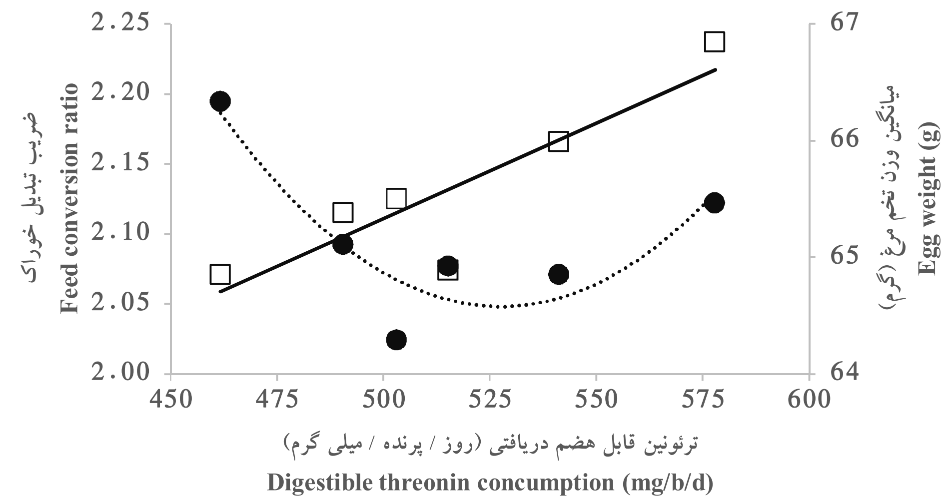
لیزین به ۸۳ درصد باعث افت تولید می‌شود (۱۵). در رابطه بـا بـروز نامتعادلی اسـیدهای آمینـه در اثـر افـزودن سـطوح یـک اسـیدآمینه گزارش‌های زیادی وجود دارد به‌طور مثال افزودن سطح لیزین جیـره جوجه‌های گوشتی منجر به کاهش رشد می‌شود و این افـت رشـد را می‌توان با افزودن آرژنین جبران کرد. همچنـین افـت رشـد متـأثر از افزایش سطح متیونین با افزودن سطح ترئونین و گلایسـین برطـرف شده است اما گزارشی مبنی بر اینکه افزایش سطح ترئونین منجر بـه کمبود متیونین می‌شود وجود ندارد (۲۰).

منحنی تغییرات شاخص‌های عملکرد تولیدی شامل؛ درصد تخم- گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیـدی روزانـه (شـکل ۱) و ضـریب تبـدیل خوراک و میانگین وزن تخم‌مرغ‌هـای تولیـدی (شـکل ۲) در مقابـل میزان ترئونین قابل‌هضم دریـافتی روزانـه پرنـدگان تحـت آزمـایش گزارش‌شده است. با بررسی این شکل مشاهده می‌شود که پاسخ تولید تخم‌مرغ (درصد و گرم تخم‌مـرغ تولیـدی روزانـه) و ضـریب تبـدیل خوراک پرندگان تحت آزمایش به میزان ترئونین قابل‌هضم دریـافتی به‌صورت معادله درجه‌دو است. پاسـخ میـانگین وزن تخـم‌مـرغ‌هـای تولیدی به میزان ترئونین قابل‌هضم دریافتی روزانه به‌صورت معادلـه خطی بود و با افزایش میزان ترئونین دریـافتی روزانـه میـانگین وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی به‌صورت خطی افزایش نشان داد. برای بـرآورد نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید مدل‌هـای رگرسیونی خط شکسته خطی، خط شکسته درجه‌دو و تابعیت درجه‌دو برای بروز بهینه شاخص‌های عملکرد تولیـدی شـامل درصـد تخـم- گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبدیل خوراک در پاسخ به مقدار ترئونین قابل‌هضم دریافتی روزانه پرنـدگان تحـت آزمـایش برازش شدند (جدول ۳). ارزیابی مدل‌ها بـا اسـتفاده از شـاخص‌هـای سطح احتمال معنی‌داری، ضریب تعیین یا مربـع ضـریب همبسـتگی (R^2) و میانگین قدر مطلق خطا (MAE) انجام شد. مقایسه مقادیر R^2 و MAE بین مدل‌های رگرسیونی بیان‌کننده دقت این مدل‌ها جهت برآورد مقادیر خروجی است. به‌طوری‌که مـدل دارای بیشـترین R^2 و کمترین MAE از دقت بالاتری برخوردار است. در این آزمایش مدل رگرسیونی تابعیت درجه‌دو بـالاترین R^2 و پـایین‌تـرین MAE را در مقایسه با مدل‌های رگرسیونی خط شکسـته خطـی و خـط شکسـته درجه‌دو داشت. بنابراین میزان مطلوب ترئونین قابـل‌هضـم مصـرفی برآورد شده به‌منظور بروز بهینه شاخص‌های عملکرد تولیـدی توسـط مدل رگرسیونی تابعیت درجه‌دو، به‌عنوان نیـاز مرغـان تخـم‌گـذار در شرایط تغذیه با جیره بر پایه گندم-کنجاله سـویا در دوره دوم تولیـد انتخاب شد.



شکل ۱- پاسخ شاخص‌های عملکرد تولیدی شامل درصد تخم‌گذاری (●......) و گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه (□——) مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید به مقدار ترئونین قابل‌هضم دریافتی روزانه

Figure 1- The response of performance indices such as egg production (●......) and egg mass (□—) of laying hens during the second cycle to daily digestible threonine consumption



شکل ۲- پاسخ شاخص‌های عملکرد تولیدی شامل ضریب تبدیل خوراک (●........) و میانگین وزن تخم‌مرغ (□——) مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید به مقدار ترئونین قابل‌هضم دریافتی روزانه

Figure 2- The response of performance indices such as feed conversion ratio (●·····) and egg weight (□—) of laying hens during the second cycle to daily digestible threonine consumption

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش میزان نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید به‌منظور بروز بهینه شاخص‌های عملکرد تولیدی شامل درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبدیل خوراک با استفاده از مدل رگرسیونی تابعیت درجه‌دو به ترتیب ۵۰۲، ۵۰۵ و ۵۱۷ میلی‌گرم در روز به ازای هر قطعه پرنده بود. از تقسیم میزان نیاز ترئونین قابل‌هضم برآورد شده در سطح بهینه شاخص گرم تخم‌مرغ تولیدی (۵۰۵ گرم به ازای هر قطعه در روز) بر سطح بهینه بروز این شاخص (۵۲/۷۵ گرم در روز به ازای هر قطعه مرغ) معادل نیاز (نگهداری + تولید) ترئونین قابل‌هضم ۹/۵۷ گرم به ازای یک گرم تخم‌مرغ تولیدی محاسبه شد. میزان نیاز ترئونین برآورد شده مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولیدی برای بروز بهینه ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با شاخص‌های درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی ۳-۲ درصد بیشتر بود (مقایسه ۵۱۷ میلی‌گرم در مقایسه با ۵۰۲ و ۵۰۵ میلی‌گرم). اگرچه مدل تابعیت درجه‌دو بالاترین ضریب تعیین و پایین‌ترین میانگین قدر مطلق خطا را داشت و مناسب‌ترین مدل تشخیص داده شد ولی نتایج به‌دست‌آمده از مدل‌ها رگرسیونی خط شکسته خطی و خط شکسته درجه‌دو نیز تقریباً نزدیک به نتایج مدل رگرسیونی تابعیت درجه‌دو بودند. میزان احتیاجات ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار به‌منظور بروز بهینه شاخص‌های درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبدیل خوراک به ترتیب با استفاده از مدل‌های رگرسیونی خط شکسته خطی ۴۸۱، ۴۸۲ و ۴۹۹ و خط شکسته درجه-دو ۴۸۴، ۴۸۸ و ۵۰۴ میلی‌گرم به ازای هر قطعه پرنده در روز برآورد شد.

میزان نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید در شرایط تغذیه با جیره‌های بر پایه گندم-سویا برای بروز بهینه شاخص درصد تخم‌گذاری در این آزمایش ۵۰۲ میلی‌گرم در روز به‌دست‌آمد که ۵/۵ درصد بیشتر از مقدار نیاز ترئونین قابل هضم (۴۷۶ میلی‌گرم در روز) گزارش شده در کتابچه راهنمای مدیریت مرغان تخم‌گذار سویه های‌لاین W36 است (۱۹). نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق تقریباً با گزارش میزان (۴۹۵ میلی‌گرم در روز) نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار برای بروز بهینه تولید تخم‌مرغ مطابقت دارد (۷). نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات مختلف میزان مطلوب ترئونین قابل‌هضم برای بروز بهینه شاخص‌های عملکردی مرغان تخم‌گذار تجاری در سطوح ۴۶۰ میلی‌گرم در روز (۳۴)، ۴۷۲ میلی‌گرم در روز (۲۵) و ۴۸۹ میلی‌گرم در روز (۲۴) گزارش شده است.

میزان نیاز ترئونین قابل‌هضم برآورد شده مرغان تخم‌گذار به‌منظور رسیدن به سطح مطلوب ضریب تبدیل خوراک بالاتر از مقدار به‌دست‌آمده برای سطح مطلوب درصد تخم‌گذاری و یا گرم تخم‌مرغ تولیدی بود (۵۱۷ میلی‌گرم در روز برای بروز بهینه ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با مقادیر ۵۰۲ و ۵۰۵ میلی‌گرم در روز برای بروز بهینه به ترتیب درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه). نتایج بدست آمده از این آزمایش با سایر گزارش‌های مطابقت دارد (۱۱، ۱۵ و ۳۴)، به‌طوری که میزان ترئونین قابل هضم مورد نیاز برای بروز بهینه تولید تخم و راندمان تبدیل خوراک در مرغان تخم‌گذار های‌لاین W36 در دوره دوم تولید (سن ۱۰۰ هفتگی) متفاوت و به

ترتیب مقادیر ۴۱۱/۵ و ۴۵۵/۸ میلی‌گرم در روز گزارش شده است (۱۵). در آزمایش دیگری میزان نیاز ترئونین قابل‌هضم برای بروز بهینه گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و راندمان تبدیل خوراک مرغان تخم‌گذار در دوره سنی ۴۲-۳۲ هفتگی متفاوت و به ترتیب مقادیر ۳۸۴ و ۵۲۴ میلی‌گرم در روز برآورد شده است (۳۴). در مقابل با نتایج فوق میزان نیاز ترئونین کل مرغان تخم‌گذار لگهورن سفید سویه دکالب XL در دوره سنی ۳۹-۲۹ هفتگی برای بروز بهینه شاخص‌های مختلف عملکرد تولیدی تقریباً مشابه در دامنه ۴۶۷-۴۵۳ میلی‌گرم در روز برآورد شده است (۲۰).

جدول ٤- برآورد نیاز ترئونین قابل‌هضم مرغان تخم‌گذار در دوره دوم تولید برای بروز بهینه عملکرد تولید تخم با استفاده از مدل‌های رگرسیونی

Table 4- Digestible threonine requirements for optimization of egg production parameters of laying hens estimated by regression fit models

پارامتر/مدل Parameters/ Model	برآورد نیاز ترئونین قابل‌هضم Estimated dig Thr requirement	دامنه تخمین پایین Lower confidence limits, 5%	دامنه تخمین بالا Upper confidence limits, 5%	P-Value	عملکرد در نقطه بهینه Predicted value	معادله رگرسیون Regression equation
			درصد تخم‌گذاری Egg production, %			
LBL	481	461	503	0.054	78.69	$Y = 78.69 - 0.5008(480.1 - X)$, $R^2 = 0.73$, MAE = 2.34
QBL	484	461	507	0.062	78.69	$Y = 78.69 - 0.0421 (483.8 - X)^2$, $R^2 = 0.76$, MAE = 2.35
QP	502	450	554	0.009	78.58	$Y = 69.33 + 0.5829(X-470) - 0.0092(X-470)^2$, $R^2 = 0.81$, MAE = 2.33
			تخم‌مرغ تولیدی روزانه (روز/پرنده/گرم) Egg mass, g/b/d			
LBL	482	478	487	0.001	52.87	$Y = 52.87 - 0.7286(482.3 - X)$, $R^2 = 0.80$, MAE = 1.36
QBL	488	477	500	0.001	52.89	$Y = 52.89 - 0.0281 (488.1 - X)^2$, $R^2 = 0.92$, MAE = 1.38
QP	505	447	563	0.010	52.75	$Y = 46.52 + 0.3531(X-470) - 0.005(X-470)^2$, $R^2 = 0.94$, MAE = 1.54
			ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio			
LBL	499	469	529	0.021	2.073	$Y = 2.073 + 0.0051(499.2- X)$, $R^2 = 0.77$, MAE = 0.064
QBL	504	479	528	0.011	2.075	$Y = 2.075 + 0.0004 (504.7 - X)^2$, $R^2 = 0.81$, MAE = 0.063
QP	517	440	594	0.020	2.08	$Y = 2.27 - 0.008(X-470) + 0.0001(X-470)^2$, $R^2 = 0.87$, MAE = 0.062

LBL، خط شکسته خطی؛ QBL، خط شکسته درجه دو؛ QP، معادله درجه دوم؛ R^2، ضریب تعیین و MAE، میانگین قدر مطلق خطا

LBL, Linear broken-line; QBL, Quadratic broken-line; QP, quadratic polynomial; R^2, determind cofficent and MAE, mean of absolotly error

در این تحقیق میزان ترئونین قابل‌هضم موردنیاز به ازای یک گرم تخم‌مرغ تولیدی ۹/۵۷ میلی‌گرم برآورد شد. میزان نیاز ترئونین قابل هضم به ازای یک گرم تخم‌مرغ تولیدی در مطالعات مختلف مقادیر ۹/۵۴ میلی‌گرم (۳۳)، ۹/۷۷ میلی‌گرم (۷) و همچنین میزان نیاز ترئونین کل به ازای یک گرم تخم مرغ تولیدی مقادیر ۱۱/۵-۱۱ میلی‌گرم (۲۶)، ۱۱/۶۶ میلی‌گرم (۱)، ۱۳/۱۸-۱۱/۳۶ میلی‌گرم (۱۷) و ۱۴/۲ میلی‌گرم (۱۸) گزارش‌شده است. تنوع در برآورد میزان نیاز مرغان تخم‌گذار به ترئونین به‌دست‌آمده از تحقیقات مختلف می‌تواند در اثر تفاوت در سویه مورد استفاده، سن پرندگان تحت آزمایش، میزان تولید، اجزاء تشکیل دهنده و ترکیب جیره، سطح پروتئین و اسیدهای آمینه جیره باشد (۱۱، ۲۰ و ۳۰).

با تقسیم میزان نیاز ترئونین قابل هضم برآورد شده (۵۱۷-۵۰۲ میلی‌گرم در روز) به منظور بروز بهینه شاخص‌های عملکرد تولیدی بر متوسط مصرف خوراک روزانه پرندگان تحت آزمایش (۱۰۷ گرم به

ازای هر قطعه مرغ در روز) تراکم ترئونین قابل هضم در جیره مصرفی محاسبه می‌شود (۴۸-۰/۴۷ درصد غلظت ترئونین قابل هضم جیره). با بررسی نتایج جدول ۳ مشاهده می‌شود بالاترین درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی و پایین‌ترین ضریب تبدیل خوراک مربوط به پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۰/۴۸ درصد ترئونین قابل هضم است. بر این اساس در شرایط تغذیه با جیره‌های بر پایه گندم-سویا در دوره دوم تولید مرغان تخم‌گذار سطح مطلوب ترئونین قابل‌هضم جیره ۰/۴۸ درصد (نسبت ترئونین به لیزین ۶۶ درصد) است.

نتیجه‌گیری کلی

در شرایط تغذیه با جیره‌های بر پایه گندم-سویا در دوره دوم تولید مرغان تخم‌گذار میزان احتیاجات ترئونین قابل‌هضم برای شاخص‌های درصد تخم‌گذاری، گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه و ضریب تبدیل خوراک به ترتیب ۵۰۲، ۵۰۵ و ۵۱۷ میلی‌گرم به ازای هر قطعه پرنده در روز برآورد شد. نیاز ترئونین قابل‌هضم برآورد شده معادل ۹/۵۷ میلی‌گرم به ازای یک گرم تخم‌مرغ تولیدی در نقطه بهینه تولید است. احتیاجات ترئونین قابل‌هضم جیره مرغان تخم‌گذار به شاخص عملکردی مورد بررسی وابسته است به‌طوری‌که احتیاجات ترئونین برآورد شده برای سطح بهینه ضریب تبدیل خوراک بیشتر از مقادیر برآورد شده برای بروز بهینه شاخص‌های درصد تخم‌گذاری و گرم تخم‌مرغ تولیدی روزانه بود. به طور کلی بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق؛ در شرایط تغذیه با جیره‌های بر پایه گندم-سویا در دوره دوم تولید مرغان تخم‌گذار سطح مطلوب ترئونین قابل‌هضم جیره ۰/۴۸ درصد (نسبت ترئونین به لیزین ۶۶ درصد) است.

Refrences

1. Adkins, J. S., E. C. Miller, H. R. Bird, C. A. Elvehjem, and M. L. Sunde. 1958. An estimate of the threonine requirement of the laying hen. Poultry Science, 37(6):1362-1367.
2. Akbari Moghaddam Kakhki, R., A. Golian, and H. Zarghi. 2016. Effect of dietary digestible lysine concentration on performance, egg quality, and blood metabolites in laying hens. Journal of Applied Poultry Research, 25(4):506-517.
3. Akbari Moghaddam Kakhki, R., A. Golian, and H. Zarghi. 2016. Effect of digestible methionine + cystine concentration on performance, egg quality and blood metabolites in laying hens. British Poultry Science, 57(3):403-414.
4. Azzam, M. M. M., X. Y. Dong, P. Xie, C. Wang, and X. T. Zou. 2011. The effect of supplemental L-threonine on laying performance, serum free amino acids, and immune function of laying hens under high-temperature and high-humidity environmental climates. Journal of Applied Poultry Research, 20(3):361-370.
5. Azzam, M. M. M., C. Yuan, G. H. Liu, and X. T. Zou. 2014. Effect of excess dietary threonine on laying performance, egg quality, serum free amino acids, and digestive enzymes activities of laying hens during the postpeak period. Journal of Applied Poultry Research, 23(4):605-613.
6. Cardoso, A. S., F. G. P. Costa, M. Ramalho de L, E. T. Nogueira, C. S. Santos, R. Barboza de S, R. C. Lima, and D. V. G. Vieira. 2014. Nutritional requirement of digestible threonine for white egg layers of 60 to 76 weeks of age. Journal of Applied Poultry Research, 23(4):724-728.
7. Coon, C., and B. Zhang. 1999. Ideal amino acid profile for layers examined. Feedstuffs (USA) 71(14):13-15.
8. Cardoso, A. S., F. G. P. Costa, M. Ramalho de Lima, E. T. Nogueira, C. S. Santos, R. Barboza de Sousa, R. C. Lima, D. Vieira. (2014). Nutritional requirement of digestible threonine for white egg layers of 60 to 76 weeks of age. Journal of Applied Poultry Research, 23(4), 724-728.
9. Dersjant-Li, Y., and M. Peisker. 2011. A review on recent findings on amino acids requirements in poultry studies. Iranian Journal of Applied animal Science, 1:73-79.
10. Ebrahimi, E., R. S. Sobhani, and H. Zarghi. 2017. Effect of triticale level and exogenous enzyme in the grower diet on performance, gastrointestinal tract relative weight, jejunal morphology and blood lipids of Japanese quail (Coturnix coturnix Japonica. Journal of Agricultural Science and Technology, 19:569-580.
11. Faria, D. E., R. H. Harms, and G. B. Russell. 2002. Threonine requirement of commercial laying hens fed a corn-soybean meal diet. Poultry Science, 81(6):809-814.
12. Fernandez, S. R., S. Aoyagi, Y. Han, C. M. Parsons, and D. H. Baker. 1994. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. Poultry Science, 73(12):1887-1896.
13. Figueiredo, G. O., A. G. Bertechini, E. J. Fassani, P. B. Rodrigues, J. Á. Brito, and S. F. Castro. 2012. Performance and egg quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 64(3):743-750.
14. Ghazaghi , M., A. Hasanabadi, and M. Mehri. 2019. Determination of apparent and standardizedi leal digestibility of essential amino acids of corn, wheat, soybean meal and corn gluten meal in Japanese quails during third week of age. Iranian Journal of Animal Science Research, 11(3):353-364 (In Persian).
15. Gomez, S., and M. Angeles. 2009. Effect of threonine and methionine levels in the diet of laying hens in the second cycle of production. Journal of Applied Poultry Research, 18(3):452-457.

16. Hossaninejad, S. A., H. Zarghi, and A. Golian, A. 2021. Effect of digestible threonine on performance, egg quality, blood metabolites, and immune responses in laying hens fed a wheat-based diet in the second cycle. Italian Journal of Animal Science, 20(1), 2134-2146.
17. Hurwitz, S., and S. Bornstein. 1973. The protein and amino acid requirements of laying hens: suggested models for calculation. Poultry Science, 52(3):1124-1134.
18. Huyghebaert, G., and E. A. Butler. 1991. Optimum threonine requirement of laying hens. British Poultry Science, 32:575–582.
19. Hy-Line. 2018. Hy-Line W-36 Commercial Management Guide. Hy-Line Int. West Des Moines, IA.
20. Ishibashi, T., Y. Ogawa, T. Itoh, S. Fujimura, K. Koide, and R. Watanabe. 1998. Threonine requirements of laying hens. Poultry Science, 77(7):998-1002.
21. Kaps, M., and W. R. Lamberson. 2017. Biostatistics for Animal Science. 3rd Edition. CABI Pub.
22. Kidd, M. T., and B. J. Kerr. 1996. L-threonine for poultry: A review. Journal of Applied Poultry Research, 5(4):358-367.
23. Khatibi S. M. R., H. Zarghi, and A. Golian. 2021. Effect of diet nutrients density on performance and egg quality of laying hens during the post-peak production phase of the first laying cycle under subtropical climate. Italian Journal of Animal Science, 20(1):559-570.
24. Locatelli, M. L. 2005. A review of the threonine, tryptophan, isoleucine and valine requirements of commercial laying hens. Amino News 6:1-29.
25. Martinez-Amezcua, C., J. L. Laparra-Vega, E. Avila-Gonzalez, B. Fuente, T. Jinez, and M. T. Kidd. 1999. Dietary l-threonine responses in laying hens. Journal of Applied Poultry Research, 8:236–241.
26. Moran Jr, E. T., J. D. Summers, and W. F. Pepper. 1967. Effect of non-protein nitrogen supplementation of low protein rations on laying hen performance with a note on essential amino acid requirements. Poultry Science, 46(5):1134-1144.
27. NRC. 1994. Nutrient requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of Poultry. 9th edition. National Academy Press, Washington. DC.
28. Rao, S. V. R., V. Ravindran, T. Srilatha, and a. M. V. L. N. R. A. K. Panda. 2011. Effect of dietary concentrations of energy, crude protein, lysine, and methionine on the performance of White Leghorn layers in the tropics. Journal of Applied Poultry Research, 20:528-541.
29. Robbins, K. R., A. M. Saxton, and L. L. Southern. 2006. Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. Journal of Animal Science, 84:155-165.
30. Sakmoura, N. K., R. Gous, L. Kyriazakis, and L. Hauschild. 2015. Nutritional modelling for pigs and poultry. CABI, Wallingford-UK.
31. SAS. 2003. User's guide: Statistics. Vol. 2. 9.1 ed. S.A.S Institute Cary, NC.
32. Schmidt, M., P. C. Gomes, H. S. Rostagno, L. F. Albino, R. V. Nunes, and E. S. Cupertino. 2010. Exigências nutricionais de treonina digestível para poedeiras no segundo ciclo de produção. In: Cardoso, A. S., Costa, F. G. P., Ramalho de Lima, M., Nogueira, E. T., Santos, C. S., Barboza de Sousa, R., . . . Vieira, D. V. G. (2014). Nutritional requirement of digestible threonine for white egg layers of 60 to 76 weeks of age. Journal of Applied Poultry Research, 23(4), 724-728.
33. Schutte, J. B. 1998. The ideal amino acid profile for laying hens and broiler chicks. Pages 33-39 in Proc. Proceedings of the 1998 Arkansas Nutrition Conference, Fayetteville, AR.
34. Yamzaki, M., H. Ohguchi, H. Murakami, M. Takmasa, M. Ando, and M. Yamazaki. 1997. Available threonine requirement of laying hens. Japanese Poultry Science, 34(1):52-57.
35. Zarghi, H., A. Golian, and H. Kermanshahi. 2016. The effect of triticale and enzyme cocktail (xylanase & β-glucanase) replacement in grower diet on performance, digestive organ relative weight, gut viscosity and gut morphology of broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science Research, 8(2):298-312 (In Persian).

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 4, Winter 2022, p. 525-536

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۳۶-۵۲۵

Digestible Threonine Requirement of Hy-line W36 Laying Hen Fed a Wheat-Soybean Meal Diet in the Second Cycle of Production

Seyed Amir Hosseini Nejad[1], Heydar Zarghi[2*] and Abolghasem Golian[3]
Submitted: 17-12-2019
Accepted: 02-01-2021

Hosseini Nejad, S. A, H. Zarghi, and A. Golian. 2022. Digestible Threonine Requirement of Hy-line W36 Laying Hen Fed a Wheat-Soybean Meal Diet in the Second Cycle of Production. Iranian Journal of Animal Science Research 13(4):525-536.

Introduction Modern layer strains have high genetic potential for egg production, and may produce eggs for more than one laying cycle by inducing molting. Good egg production is obtained when adequate nutrition is provided, one of the most important nutrients is protein, particularly limited nutritional essential amino acid. Additionally, in layer flocks feed represents more than 70% of the cost of production. In this context, protein is one of the most costly nutrients and therefore there is a benefit in reducing any excess protein in the feed by making use of synthetic amino acids wherever feasible to reduce both the excess waste of nitrogen and the production cost. Synthetic amino acids such as methionine, lysine and threonine are commonly used in the poultry industry because those are limiting in diets based on cereal and soybean meal and are now readily available at a competitive cost. The essential amino acid, threonine, is the third limiting amino acid. Most of the previous research has been done on determining the amino acids requirements of laying hens in the first production cycle, and information on laying hens requirements in the second production cycle is very limited. As a result, the nutrient requirements of second-cycle hens are assumed to be similar to those observed in hens during the first laying cycle in the strain booklet guide and or NRC, 1994. The objective of this study was to determine the digestible Threonine (dig Thr) requirement of laying hen during the second production cycle fed wheat-soy diet as measured by laying performance.

Materials and methods The birds that used for this experiment were selected from a flock that were molted at the 80wk of age on a non-fasting feeding program according to the molting recommendation by Hy-line W36 laying hens guide and had 103wk age. Hens were selected according to body weight and egg production. The pre-experimental period was two weeks for acclimatization. Basal diet were formulated according to the guidelines in the Hy-Line W-36 Commercial Management Guide (2016) according to the average pre-experimental period data; egg production less than of 80% and feed intake 98 g/b/d. Three hundred and eighty four layers were distributed to the 6 increasing levels of dig Thr 0.44, 0.46, 0.48, 0.50, 0.52 and 0.54%, with Thr-to-Lys ratio of 60, 63, 66, 69, 72 and 75%, respectively in a completely randomized design, with 8 replicates and 8 birds per experimental unit. The experiment lasted from 105 to 116 weeks of ages. All hens were weighed at the beginning and at the end of the experimental period. Birds were given artificial light (16L: 8D). Feed and water were provided ad libitum. Egg production (number and weight) and mortality were recorded daily, whereas feed consumption was measured every 4wks as feed disappearance. The daily intakes of Thr were calculated by multiplying the concentration of each in the experimental diet by feed conception. Digestible threonine requirement for optimal laying performance response parameters such as egg production (EP), egg mass (EM) and feed conversion ratio (FCR) to the daily dig Thr consumption by using NLIN procedure, through linear and quadratic broken-lines and quadratic polynomial regression fit models.

Results and discussion The increasing dig Thr levels showed linear effect on egg weight, and quadratic

1-Msc student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2-Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3-Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
*Corresponding Author Email: h.zarghi@um.ac.ir
Doi:10.22067/ijasr.0621.39379

effect on egg production (EP), egg mass (EM), and feed conversion ratio (FCR). The EP and EM increased and FCR improved linearly as dietary dig Thr levels increasing up to 0.48% (Thr-to-Lys ratio of 66%), and then EP and EM decreased and FCR deteriorate. The dig Thr requirements for the optimization of laying performance was depends on what parameter is taken into consideration for optimization and it is possible to compare models by their R^2 and MAE. In this study, the model that provided the best fit was the quadratic polynomial regression model for EP, EM and FCR. The predicted dig Thr requirements with quadratic polynomial regression model for optimal EP, EM and FCR were 502, 505 and 517 mg/b/d, respectively. The dig Thr requirement to produce 1 g of EM was 9.57 mg. The optimum values estimated for FCR was slightly higher compared to those estimated for EP and EM.

Conclusion The outcomes of the present study showed that, in the wheat-soy based diet formulated for second cycle of laying hen the threonine is a limited amino acid. The dig Thr requirements vary according on what parameter is taken into consideration for optimization. The dig Thr requirement for optimized FCR is higher than EP and EM. In the wheat-soy based diet formulated for second cycle of laying hen the level of digestible Thr 0.48% (Thr-to-Lys ratio of 66%) were recommended.

Key worlds: Ideal protein, Performance, Regression equations, Second cycle of production, Threonine.